

# Sistemas Tutores Inteligentes: Propuesta de Categorías de Análisis para Evaluación.

Zulma Cataldi y Fernando J. Lage

Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales.  
Departamento de Computación. Facultad de Ingeniería.  
Universidad de Buenos Aires. ARGENTINA  
liema@fi.uba.ar, flage@fi.uba.ar

**Abstract:** Categories for evaluation of educative software by different authors are analyzed. For STI theoretical basis are: learn by doing, construction of knowledge, mental conflict, zone of proximal development, learning by discovery, conceptual change, and learning for the understanding and the standards for interfaces. A proposal of evaluation based on the usability criteria is presented and is add new criteria to the existing categories and new categories of analysis are generated. The application dominion causes that some special characteristics are due to have in account as the design of the exercises and problems and in the system of self-evaluation and evaluation.

**Palabras claves:** evaluación, criterios, indicadores, Sistemas Tutores Inteligentes

## 1 Introducción

Los programas para uso didáctico se evalúan a través de plantillas considerando los aspectos pedagógicos y didácticos, comunicacionales, organizativos, técnicos y económicos [1]. También se realiza la evaluación contextualizada que surge como un complemento a las evaluaciones interna (realizada por el grupo de desarrollo) y externa (a través de especialistas en el tema que no participaron del desarrollo). La evaluación generalmente se efectúa a partir de la consideración de criterios de calidad que se expresan a través de indicadores que se identifican en los materiales [2].

Un STI (Sistema Tutor Inteligente) actúa como un tutor particular del estudiante ya que como un entrenador humano, puede actuar adecuándose a las necesidades de cada estudiante. Es decir, son: *“sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”* [3]. Los STI son aplicaciones que permiten la emulación de un tutor humano para determinar qué enseñar, cómo enseñar y a quién enseñar a través de un módulo del dominio: que define el dominio del conocimiento un módulo del estudiante: que es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo, un módulo del tutor: que genera las interacciones de aprendizaje basadas en las discrepancias entre el especialista y el

estudiante y finalmente la interface con el usuario: que permite la interacción del estudiante con un STI de una manera eficiente con la información.

Los resultados de la evaluación se suelen plasmar en plantillas que consideran diversos aspectos: identificación del producto, valoración del mismo de acuerdo con ciertos indicadores, evaluación global del producto con el agregado de comentarios [2]. Para los materiales didácticos se buscan criterios e indicadores que sean fáciles de identificar y que representen las características que los materiales deben tener para cumplir con los criterios de calidad predeterminados. Cada criterio podrá dar lugar a varios indicadores. En general se utilizan las listas de control que facilitan los procesos de evaluación de los materiales didácticos, en las cuales aparecen los indicadores que se deben identificar de acuerdo con los criterios de calidad establecidos para cada tipo de material. Algunas de ellas, suelen proveer además una escala a través de la cual se puede valorar el nivel en que aparece la característica que representa cada indicador. Su nivel detallado dependerá de cada material y de la situación en particular.

## 2 Categorías de análisis para la evaluación

Cabero [4] propone una plantilla con categorías para evaluación de software educativo que se observan en la Tabla 1

**Tabla 1.** Plantilla de evaluación de Cabero [4].

<b>Calidad de contenidos</b>	Inclusión de ejemplos y tutoriales	Adaptación al curriculum
Nivel de actualización	Síntesis de aspectos significativos	Adecuación a características de desempeño de los alumnos
Calidad científica	Velocidad de presentación	Adecuación del vocabulario al ámbito profesional
Conocimientos previos requeridos	No redundancia	Adecuación al nivel cognitivo alcanzado por el alumno
Secuenciación y estructuración	<b>Costo economic</b>	Adecuación de contenidos a los requerimientos académicos
Originalidad de presentación	Relación costo-calidad	<b>Objetivos</b>
<b>Aspectos técnicos</b>	Relación costo-durabilidad científica	Explicitación de los objetivos o logros esperados
Calidad del sonido	Relación costo-durabilidad física	Relación entre contenidos y evaluación
Calidad y tamaño de gráficos	<b>Valor didáctico</b>	Relación entre contenidos y objetivos
Sincronización imagen-sonido	Favorecimiento del proceso de aprendizaje	
Calidad de uso de herramientas	<b>Claridad del programa</b>	
Variedad de presentaciones	Claridad de la información	
Calidad de animaciones	Claridad de explicaciones	
<b>Motivación</b>	Facilidad de manejo	
Interés que despierta	Intuitividad	
Duración	Menús de ayuda	
<b>Organización interna de la información</b>	<b>Adecuación a los receptors</b>	

Dados los avances tecnológicos es necesario una actualización y la consideración del dominio de cada área de aplicación para tener en cuenta las características especiales como el diseño de los ejercicios, los problemas, el sistema de autoevaluación y el sistema de evaluación que poseen. Para sustentar la elección de

las nuevas categorías de análisis e indicadores que se tomarán como eje de análisis de las categorías adicionadas se justifican en el apartado siguiente en función de las teorías tomadas como referencia. El marco teórico permite explicar la metodología de selección seguida de cada indicador a través de sus causas y efectos y de las formas de aprendizaje mediado que se requiere.

En la propuesta se toman algunas bases teóricas tales como: aprender haciendo, la construcción del conocimiento, los organizadores previos, el conflicto cognitivo, la zona de desarrollo próximo, el aprendizaje por descubrimiento, el cambio conceptual, y aprendizaje para la comprensión que favorecen los aprendizajes autónomos y duraderos. Los indicadores que se incluyeron se justifican al intentar rescatar estos métodos y teorías en los diseños. En encuadre teórico se centra en el aprendizaje para la comprensión y se fundamenta en el principio esencial de.: aprender *haciendo* y la preparación *para el aprendizaje* y sobre todo *para la vida*. A su vez, y en razón de ello los ejercicios y problemas se deben diseñar en este sentido como así también el sistema de autoevaluación y las evaluaciones previstas.

### 3 Justificación de los nuevos ítems y criterios en la evaluación.

Se propone una plantilla con actualización de los criterios para evaluación de posible aplicación para STI siguiendo la línea de investigación de Casanovas [2] para los indicadores de evaluación de los simuladores didácticos que subsume las propuestas de evaluación de Cabero y Sancho [5] y Cataldi [1]. Se parte de la plantilla inicial de Cabero [4] (Tabla 1) que se extendió a 80 ítems considerando las características de los STI. Se han agregado *criterios nuevos a las categorías existentes y generando nuevas categorías de análisis* (Tabla 2).

En **Motivación** se agrega un criterio nuevo: 14) *la posibilidad de logros intermedios*. Vygotsky [6,7] define la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) como la *distancia entre el nivel real de desarrollo, debido a la capacidad de un individuo de resolver solo un problema o tarea y el nivel de desarrollo potencial, a través de la interacción de un facilitador o compañero más experimentado*, en este caso el STI.

En **Organización interna de la información** se agregan: 15) *Respuesta rápida a las acciones* y 16) *Respuesta rápida a las solicitudes de información dadas por la motivación*. Según Salinas [8] movilizándolo al alumno a querer aprender los conceptos teóricos que le dan los fundamentos para poder realizar el análisis, plantear posibles soluciones para los casos de estudio y el efecto novedad de los medios [9,10].

También se agregan: 17) *Vínculos con la web*, 18) *Registro sitios web visitados*, 19) *Abundancia de información temática (para exploración de conceptos)*, 20) *Uso de índices de contenidos disponibles*, 21) *Uso de hipertextos* y 22) *Uso de multimedia*.

Los vínculos y los registros actúan como organizadores previos. Ausubel [11] los definió como: “*materiales introductorios, apropiados*” que representan un apoyo al estudiante porque permiten crear un vínculo o anclaje entre el conocimiento previo y la información nueva y se caracterizan por ser un puente para la transferencia y aplicación de lo sabido en contextos nuevos.

**Tabla 2:** Propuesta para evaluación

<b>Calidad de contenidos</b>	
1.	Nivel de actualización
2.	Calidad científica
3.	Conocimientos previos requeridos
4.	Secuenciación y estructuración
5.	Originalidad de presentación
<b>Aspectos técnicos</b>	
6.	Calidad del sonido
7.	Calidad y tamaño de gráficos
8.	Sincronización imagen-sonido
9.	Calidad de uso de herramientas
10.	Variedad de presentaciones
11.	Calidad de animaciones
<b>Motivación</b>	
12.	Interés que despierta
13.	Duración
14.	Posibilidad de alcance de logros intermedios.
<b>Organización interna de la información</b>	
15.	Respuesta rápida a las acciones.
16.	Respuesta rápida a las solicitudes de información.
17.	Vínculos con la web
18.	Registro sitios web visitados
19.	Abundancia de información temática (para exploración de conceptos)
20.	Uso de índices de contenidos disponibles.
21.	Uso de hipertextos.
22.	Uso de multimedia.
<b>Costo economic</b>	
23.	Relación costo-calidad
24.	Relación costo-durabilidad científica
25.	Relación costo-durabilidad física
<b>Valor didáctico</b>	
26.	Favorecimiento del proceso de aprendizaje
<b>Claridad del programa</b>	
27.	Claridad de la información
28.	Claridad de explicaciones
<b>Facilidad de uso</b>	
29.	Intuitividad
30.	Menús de ayuda
31.	Utilización de señales de disponibilidad de ayuda.
32.	Opciones de uso para discapacitados
33.	Facilidad de aprendizaje de manejo.
34.	Comodidad de manejo.
<b>Adecuación a los receptores</b>	
35.	Adaptación al currículum
36.	Adecuación a características de desempeño de los alumnos
37.	Adecuación del vocabulario al ámbito profesional
38.	Adecuación al nivel cognitivo alcanzado por el alumno
39.	Adecuación de contenidos a los requerimientos académicos
<b>Calidad en el diseño</b>	
40.	Coherencia de estilo gráfico
41.	Estabilidad de zonas en la pantalla
42.	Estabilidad y equilibrio de cambio de fondos
43.	Movimiento según ángulos de visión
44.	Composición de pantalla simple
45.	Recarga escénica (cognitiva)
46.	Contraste de fondos y objetos
47.	Densidad de objetos en pantalla
48.	Diferenciación de zonas en pantalla
49.	Jerarquización de pantallas
50.	Originalidad en aplicación de recursos didácticos
<b>Diseño de los ejercicios y problemas</b>	
51.	Claridad en los enunciados
52.	Planeo de problemas realistas
53.	Relevancia del problema en la realidad profesional
54.	Permite aprendizaje autodirigido
55.	Permite razonamiento divergente y perspectivas múltiples ante un conflicto
56.	Inclusión de herramientas colaborativas
57.	Registro de evolución de los aprendizajes
58.	Ponderación de opciones si las hubiere
59.	Nivel de dificultad de los problemas
60.	Dificultad acorde con conocimientos previos
<b>Evaluación</b>	
61.	Diferenciación entre actuación individual y grupal
62.	Autoevaluación por unidades o ejes temáticos.
63.	Claridad de aspectos evaluados
64.	Posibilidad de experimentación y exploración
65.	Selección de métodos válidos para solución
66.	Relación del problema con el ámbito laboral
67.	Retroalimentación de errores
68.	Elaboración del cambio conceptual
69.	Registro de evolución de los aprendizajes
70.	Ponderación de opciones si las hubiere
71.	Nivel de dificultad de los problemas
72.	Dificultad acorde con conocimientos previos
73.	Diferenciación entre actuación individual y grupal
74.	Autoevaluación por unidades o ejes temáticos.
75.	Claridad de aspectos evaluados
76.	Posibilidad de experimentación y exploración
77.	Selección de métodos válidos para solución
78.	Relación del problema con el ámbito laboral
79.	Retroalimentación de errores
80.	Elaboración del cambio conceptual

En **Facilidad de manejo** se agregan los ítems desde 31 a 34: 31) *Utilización de señales de disponibilidad de ayuda*, 32) *Opciones de uso para discapacitados*, 33) *Facilidad de aprendizaje de manejo* y 34) *Comodidad de manejo*

Las facilidades en el manejo, las señales utilizadas permiten apoyarse en algunas de las bases de la pedagogía activa. Siguiendo a Dewey [12,13] la educación se manifiesta a través de la acción (learning by doing), se aprende a partir de trabajos de la vida diaria. Se caracteriza por el contacto del estudiante con una situación de experiencia directa mediante problemas auténticos que estimulen el pensamiento. En esta línea se distinguen también: a) el método Dalton [14] que se centró en la iniciativa del estudiante en la elección de los medios, b) el método de Proyectos de Kilpatrick [15] que enfatizó el planteo del problema y su solución basados en la experiencia propia para un propósito determinado y c) el método Winnetka de Washburne [16] que llevaba la vida real al ambiente áulico, permitiendo al estudiante comprobar por sí mismo los resultados de su actividad.

En **Adecuación a los receptores** se agregan los ítems desde 40 a 46:

40) *Nivel de complejidad presentado acorde a los conocimientos previos requeridos* y 41) *Estrategias didácticas tenidas en cuenta*:

La verdadera asimilación cognitiva y la memorización de un modo comprensivo se produce cuando los conceptos nuevos son relacionados de un modo sustancial, con lo que el estudiante ya sabe y a través de los conocimientos previos [11].

*“Comprender es pensar con lo sabido y aplicarlo con flexibilidad en el mundo (...). No es simplemente tener conocimientos, (...) sino tener la habilidad de pensar con lo que se sabe y poder aplicarlo flexiblemente en el mundo. Entendemos la comprensión como una habilidad para desempeñarse con el conocimiento que se tiene”* [17].

42) *Estrategia de formación relacionada al ámbito laboral*

Los métodos Dalton [14] y Winnetka [16] plantean las ventajas de proporcionar el entorno, las facilidades, los estímulos y las guías para lograr el crecimiento individual y cubrir las necesidades de la sociedad en la que se insertan.

43) *Registro de respuestas para elaborar perfil de comportamiento*, 44) *Navegación libre siguiendo esquema de etapas (no inducida)*, 45) *Selección reflexiva de opciones o caminos alternativos*, 46) *Retroalimentación para reflexión y estudio de alternativas de solución*

Perkins [18,19] hace algunos aportes señalando que la enseñanza debe favorecer el desarrollo de los procesos reflexivos como la mejor manera de generar la construcción del conocimiento, aunque *“los problemas por resolver que plantea el docente, raramente se plantean así en la vida de los individuos, y por lo tanto no tienen significación”* [20].

En la categoría **Objetivos**: se agregan dos indicadores nuevos: 47) *vinculación entre conceptos nuevos y existentes* y 48) *validación de conceptos o procedimientos de acuerdo con la teoría para la comprensión* de Perkins [18].

Por otra parte, aparecen algunas *nuevas categorías* como **Calidad en el diseño, Diseño de los Ejercicios y Problemas y Evaluación**

En calidad de **Calidad en el diseño** se agregan:

52) *Coherencia de estilo gráfico*, 53) *Estabilidad de zonas en la pantalla*, 54) *Estabilidad y equilibrio de cambio de fondos*, 55) *Movimiento según ángulos de*

*visión, 56) Composición de pantalla simple, 57) Recarga escénica, 58) Contraste de fondos y objetos, 59) Densidad de objetos en pantalla, 60) Diferenciación de zonas en pantalla, 61) Jerarquización de pantallas, 62) Originalidad en aplicación de recursos didácticos*

Se basan en aplicación de las leyes gestálticas que están relacionadas con los criterios de Smith y Mosier [21] y las normas ISO 9241 [22] y 11064 [23] para el diseño de interfaces y ergonomía. También, la teoría gestáltica se preocupa de los problemas perceptuales donde el conocimiento es una síntesis de la forma y contenido de las percepciones que son relativas, individuales y están influidas por la historia, actitud y motivación del individuo. El conjunto de procesos, diálogos y acciones a través de los cuales un usuario humano interactúa con una computadora se denomina HCI (Human Computer Interface) haciendo referencia a las interacciones entre los seres humanos [24] y ampliado al de interactuar (entre humanos) a través de la computadora [25,26,27]. Los estudios de las interfaces humano-computadoras (HCI) permiten elaborar: *“una disciplina centrada en el diseño, evaluación e implementación de sistemas computarizados interactivos para uso humano, con el estudio de los fenómenos que lo rodean”* [28]. Se trata de describir los fenómenos de la comunicación entre ambos [29], según Baecker y Buxton [24] el estudio se promovió porque resulta difícil a los diseñadores entender las tareas que el usuario realiza,

Smith y Mosier [21], Mosier y Smith [30] y Bastien y Scapin [31] dan lineamientos para el diseño de interfaces que responden a la norma: ISO 9241 [22] sobre requisitos ergonómicos para trabajar con terminales de presentación visual.

Para la categoría de **Diseño de Ejercicios y Problemas** se agregan los ítems 63 a 72:

*63) Claridad en los enunciados, 64) Planeo de problemas realistas, 65) Relevancia del problema en la realidad profesional, 66) Permite aprendizaje autodirigido, 67) Permite razonamiento divergente y perspectivas múltiples ante un conflicto, 68) Inclusión de herramientas colaborativas*

Para Ausubel [11]: *“la resolución de problemas es una actividad donde la representación cognitiva de las experiencias previas y los componentes de una situación problemática nueva, se reorganizan para lograr el objetivo que es el aprendizaje por descubrimiento que implica. a) la formulación de hipótesis, b) la obtención de datos, c) su organización y d) su verificación. Y según Piaget [32] el aprendizaje se produce cuando tienen lugar un desequilibrio o conflicto en dos procesos mutuamente implicados: asimilación y acomodación. El equilibrio es el resultado de ambos procesos que genera el progreso de la inteligencia a través del tiempo. “Se diseñan secuencias instruccionales con el fin de dirigir u orientar las respuestas de los aprendices a esos conflictos”* [33].

*69) Registro de evolución de los aprendizajes, 70) Ponderación de opciones si las hubiere, 71) Nivel de dificultad de los problemas, 72) Dificultad acorde con conocimientos previos*

Según Vygotsky [6] la zona de desarrollo próxima se entiende como la diferencia entre el nivel de dificultad de un problema al que un aprendiz se puede enfrentar por sí solo y el nivel al que se puede enfrentar ayudado por un adulto (docente). También el concepto de andamiaje hace referencia a la ayuda selectiva que el docente presta a sus alumnos (aprendices), proponiéndoles actividades que solos no podrían hacer.

Para la categoría **Evaluación** surgen los ítems desde 73 a 80.

73) *Diferenciación entre actuación individual y grupal*, 74) *Autoevaluación por unidades o ejes temáticos*, 75) *Claridad de aspectos evaluados*, 76) *Posibilidad de experimentación exploración*, 77) *Selección de métodos válidos para solución*, 78) *Relación del problema con el ámbito laboral*

La comprensión implica traducir o asimilar una información nueva a los conocimientos previos. El aprendizaje requiere que se activen estructuras de conocimiento previas a las cuales poder asimilar la nueva información. En grupos el conflicto cognitivo [32,33] se potencia a través del conflicto sociocognitivo [6].

79) *Retroalimentación de errores* y 80) *Elaboración del cambio conceptual*

Según Nussbaum y Novick [34] para que el alumno acepte a una teoría como superior, debe confrontarla ante situaciones conflictivas y verificar que sea errónea en ciertas situaciones. Al mismo tiempo debe comprobar a través de la reflexión que la nueva teoría le permite efectuar predicciones mejores. El conflicto cognitivo se supone suficiente para producir la toma de conciencia en los alumnos de que sus conocimientos deben ser modificados y reacomodados a la estructura de sus esquemas.

Finalmente, la planilla propuesta está en evaluación y ha sido suministrada a una muestra de docentes para su prueba y ajuste. La investigación continúa con la creación de herramientas que permitan evaluar otro tipo de aplicaciones didácticas como Laboratorios Virtuales de Química y Física.

## 5 Conclusiones

Los educadores buscaron durante todas las épocas metodologías y marcos teóricos que permitieran una mayor eficacia de la enseñanza. Fueron surgiendo métodos didácticos basados en la aplicación activa con técnicas individualizadas y grupales que los complementaban como Dalton [14] y Winnetka [16]. En el caso de un STI se trata de un software de características particulares, dado su uso en ambientes de trabajo autónomos. Los pilares para su construcción deben considerar las teorías señaladas. Además son un intento para proveer de nuevas oportunidades a los estudiantes permitiéndoles desarrollar procesos mentales de índole superior tales como la resolución de problemas [6,7]. Aportan nuevas posibilidades y oportunidades de enseñanza a los estudiantes que tienen necesidades diferentes.

La interacción a distancia posibilitará a los estudiantes conocer una de las condiciones de la educación continua al poder relacionar sus aprendizajes con los problemas de la vida real. Es importante señalar que se pueden concebir tutores que trabajen para eliminar paulatinamente los conceptos erróneos (misconceptions) a fin de poder reelaborar el cambio conceptual [18,32]. Por otra parte el conflicto cognitivo [32] se potencia en ambiente interactivos surgiendo el conflicto sociocognitivo [6].

## 6 Referencias

- 1 Cataldi, Z. (2001) *Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*. Tesis para Magister en Docencia Universitaria, UTN-FRBA.
- 2 Casanovas, I. (2005) *La didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria en la toma de decisiones*, Tesis de Magister UTN-FRBA.
- 3 Vanlehn, K. (1988). *Student Modelling*. M. Polson. Foundations of Intelligent Tutoring systems. Hillsdale. N.J. Lawrence Erlbaum Associates, 55-78
- 4 Cabero, J. (2001) *Tecnología educativa: diseño y evaluación de materiales para la enseñanza*. Barcelona, Paidós.
- 5 Cabero J. y Sancho J. en Sancho, J. (1996) *Para una Tecnología Educativa*, Horsori-
- 6 Vygotsky, L. (1978) *Mind in Society*, MA, Harvard University Press.
- 7 Vygotsky, L. (1978) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Harvard University Press.
- 8 Salinas, J. (1995) *Diseño, Producción y evaluación de Videos Didácticos*, Palma : Universitat de les Illes Balears, Servei de Publicacions i Intercanvi Científic, D.L.
- 9 Cabero, J. (2001) *Tecnología Educativa*. Síntesis
- 10 Cabero, J. (2007) *Lecciones de las pasadas investigaciones* Ponencia en Edutec 07. UTN. 23-26 octubre. Buenos Aires.
- 11 Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanessian, H. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, Editorial Trillas: México.
- 12 Dewey, J. (1949) *Experiencia y Educación*, Losada.
- 13 Dewey, J. (1950) *Las escuelas de mañana*. Losada.
- 14 Parkhurst, H. y otros (ca1920) *La escuela laboratorio Dalton*. Madrid: Edic. de la Lectura
- 15 Kilpatrick, W. (1918) *The Project method*. Teachers College Record, 19,319-335.
- 16 Washburne, C. W. (1945) *La escuela individualizada: el sistema de Winnetka*. Losada.
- 18 Perkins, D. (1995) *La escuela inteligente*, Gedisa.
- 17 Stone Wiske, M. (2007b) Entrevista Clarín 27 mayo
- 19 Perkins, D. (1999) *¿Qué es la comprensión*, en Stone Wiske, M. (comp) *La enseñanza para la comprensión*, Paidós.
- 20 Litwin, E. (1999) *El Campo de la Didáctica: la búsqueda de una nueva agenda*, en Corrientes Didácticas Contemporáneas: Camilloni et al. , Paidós, Bs.As
- 21 Smith, S. y Mosier, J. (1996) *Guidelines for Designing User Interface Software*, Mitre Corp.
- 22 ISO 9241 (1996) *Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD)*
- 23 ISO 11064-1 (2000) *Diseño ergonómico de los centros de control*.
- 24 Baecker, R. y Buxton, W. (1987) *Readings in Human Computer: a Multidisciplinary Approach*, Los Altos, CA, Kaufmann
- 25 Myers, B. (1993). *Why are Human-Computer Interfaces Difficult to Design and Implement?* Technical Report: CS-93-183. <http://citeseer.ist.psu.edu/myers93why.html>
- 26 Myers, B. *A Brief History of Human Computer Interaction Technology*. ACM interactions. Vol. 5, no. 2, March, 1998. pp. 44-54.
- 27 Shneiderman, B., Plaisant, C. (2006) *Diseño de interfaces de usuario*, 4ª Ed, Pearson,
- 28 Hewett, Y.T.; Baecker, Card, Carey, Gasen, Mantei, Perlman, Strong and Verplank (1997). *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction*. <http://sigchi.org/cdg/cdg2.html>
- 29 de Paula, M., Junqueira Barbosa, S., (2003) *Using an Interaction Model to Support Communication among HCI Design Team Members From Multidisciplinary Backgrounds*. Departamento de Informática, PUC-Rio, 2003.
- 30 Mosier, J. y Smith, S. (1986): *Application of Guidelines for Designing User Interface Software*. In Behaviour and Information Technology, 5 (1) pp. 39-46
- 31 Bastien, J. M. C., y Scapin, D. L. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces* (Report No. 156). France: Institut de Recherche en Informatique.
- 33 Piaget, J. (1978) *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas*, Madrid, Ed. Siglo XXI.
- 33 Pozo, J. I. (1998). *Aprendices y maestros*. Alianza
- 34 Nussbaum, J. y Novick, S. (1982). *Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: toward a principled teaching strategy*. Instructional Science, 11, pp. 183-200.